

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000030299  
PUBLICATION DATE : 28-01-00

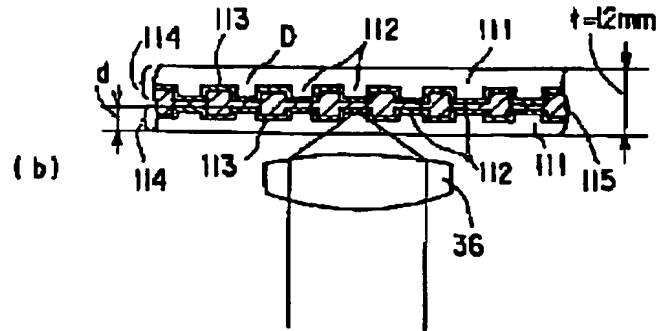
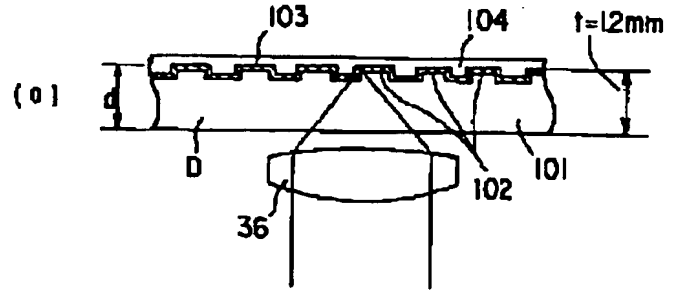
APPLICATION DATE : 10-07-98  
APPLICATION NUMBER : 10195980

- APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : YOSHIZAWA TAKASHI;

INT.CL. : G11B 7/24 G11B 7/135 G11B 11/10

TITLE : RECORDING MEDIUM AND OPTICAL  
HEAD DEVICE APPLICABLE TO  
DEVICE FOR RECORDING AND  
REPRODUCING INFORMATION  
SUITABLE THEREFOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a numerical aperture of an objective lens and a material for a transparent layer unaffected by the thickness of a transparent layer protecting a recording material.

SOLUTION: An optical head device 3 has a laser element to emit a laser beam and an objective lens 36 to converge laser beams from the laser element at a prescribed position and a prescribed depth of a recording surface of an optical disk D, and a numerical aperture NA of the objective lens is set to satisfy  $NA \times d \leq 0.0744$  according to a thickness d of a transparent protective layer for protecting the recording layer 103 (113) of the optical disk, i.e., transparent substrates 101 and 111. As the result, without being affected by spherical aberration derived from the transparent substrate which is the protective layer, the recording density is enhanced. By specifying a material for the protective layer in accordance with the numerical aperture of the subjective lens, the recording density is enhanced without adding specified structure to the optical disk device.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-30299

(P 2 0 0 0 - 3 0 2 9 9 A)

(43) 公開日 平成12年 1 月 28 日 (2000. 1. 28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G11B 7/24	535	G11B 7/24	535 G 5D029
			535 C 5D075
7/135		7/135	Z 5D119
11/10	521	11/10	D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平10-195980

(22) 出願日 平成10年 7 月 10 日 (1998. 7. 10)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 吉澤 ▲隆▼

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外 6 名)

F ターム (参考) 5D029 JB16 LB07 LC06

5D075 CD17 EE03 FG04

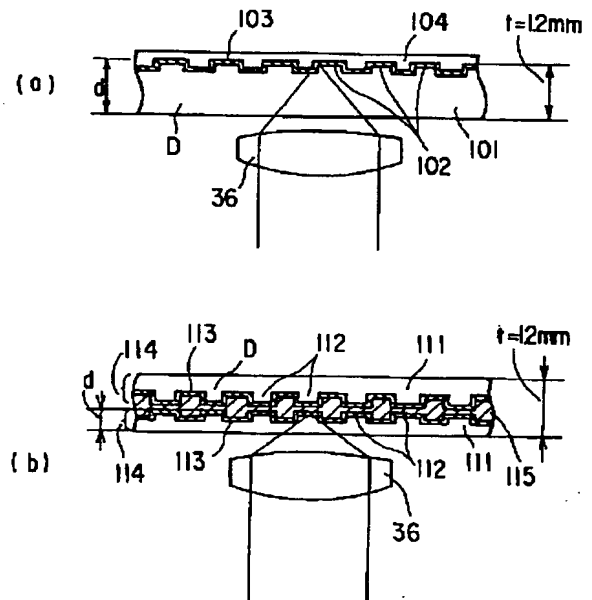
5D119 AA22 JA43 JB02

(54) 【発明の名称】 記録媒体およびこれに適した情報記録再生装置に適用可能な光ヘッド装置

## (57) 【要約】

【課題】 記録材料を保護する透明層の厚みの影響を受けない対物レンズの開口数および透明層の材質を提供する。

【解決手段】 この発明の光ヘッド装置 3 は、レーザビームを放射するレーザ素子と、レーザ素子からのレーザビームを光ディスク D の記録面の所定の位置および所定の深度に収束させる対物レンズ 36 を、有し、対物レンズの開口数 NA は、光ディスクの記録層 103 (113) を保護する透明な保護層すなわち透明基板 101 および 111 の厚み d に応じて、 $NA^4 \times d \leq 0.0744$  を満足するように設定される。従って、保護層である透明基板により生じる球面収差の影響を受けることなく、記録密度を高めることができる。また、対物レンズの開口数に合わせて保護層の材質を特定することにより、光ディスク装置に特別な構成を追加することなく、記録密度を高めることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板の一方の面に記録材料が設けられ、この記録材料に、レンズ装置を介して供給される可干渉性の光を照射することにより、情報の再生および記録が可能な記録媒体において、前記記録材料を保護する透明な保護層の上記光が入射する側の面と前記記録材料との間の距離を $d$ 、および上記レンズ装置の開口数を $NA$ とするとき、

$$NA^4 \times d \leq 0.0744$$

を満たすことを特徴とする記録媒体。

【請求項2】基板の一方の面に記録材料が設けられ、この記録材料に、レンズ装置を介して供給される可干渉性の光を照射することにより、情報の再生および記録が可能な記録媒体において、前記記録材料を保護する透明な保護層の上記光が入射する側の面と前記記録材料との間の距離 $d$ と前記保護層に利用される材料の屈折率 $n$ は、前記レンズ装置の開口数を $NA$ としたとき、

$$(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times d \leq 3.52 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする記録媒体。

【請求項3】基板の一方の面に記録材料が設けられ、この記録材料に、レンズ装置を介して供給される可干渉性の光を照射することにより、情報の再生および記録が可能な記録媒体において、前記レンズ装置の開口数を $NA$ は、前記記録材料を保護する透明な保護層の上記光が入射する側の面と前記記録材料との間の距離を $d$ 、前記保護層に利用される材料の屈折率を $n$ としたとき、

$$(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times d \leq 3.52 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする記録媒体。

【請求項4】光ビームが照射されることにより状態が変化され、前記光ビームの光強度の差に応じて選択的に情報が記録される記録材料と、この記録材料を支持する支持体に対し記録材料を覆うように設けられた透明な保護層と、を有する記録媒体に光ビームを照射する光ヘッド装置において、

光ヘッド装置の対物レンズの開口数 $NA$ は、前記記録媒体の保護層の上記光が入射する側の面と前記記録材料との間の距離 $d$ に対して、

$$NA^4 \times d \leq 0.0744$$

を満足するよう設定されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項5】光ビームが照射されることにより状態が変化され、前記光ビームの光強度の差に応じて選択的に情報が記録される記録材料と、この記録材料を支持する支持体に対し記録材料を覆うように設けられた透明な保護層と、を有する記録媒体に光ビームを照射する光ヘッド装置において、

光ヘッド装置の対物レンズの開口数 $NA$ は、前記記録材料を保護する透明な保護層の上記光が入射する側の面と

前記記録材料との間の距離を $d$ 、前記保護層に利用される材料の屈折率を $n$ としたとき、

$$(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times d \leq 3.52 \times 10^{-3}$$

を満足するよう設定されていることを特徴とする光ヘッド装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光ビームを用いて情報を記録する記録媒体およびこの記録媒体に情報を記録し、または記録媒体から情報を再生する情報記録再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在、約2時間の動画再生を可能とした高密度のDVD (Digital Versatile Disk) タイプの光ディスクが実用化され、その技術はパーソナルコンピュータ等に用いられる補助記憶装置にも応用されている。

【0003】また、上述したDVDタイプの光ディスクであって情報の記録および書き換えが可能なDVD-RAMディスクについても多くの提案がある。なお、さらなる高密度化も要望されており、これを実現するための各種の要素技術の開発も進められている。

【0004】ところで、記録密度を高めるためには、ディスクの記録面に、より微小な記録マークを形成することが有効である。なお、記録マークの大きさは、ディスクの記録面に照射される光ビーム（可干渉性の光であって、主としてレーザビームが用いられる）を対物レンズ（レンズ装置）により集光して得られる集光スポットのサイズにより、規定される。

【0005】しかしながら、集光スポットの大きさは、よく知られているように、光源から放射されるレーザビームの波長に比例し、対物レンズの開口数 $NA$ に反比例することから、記録密度を高めるためには、光源から放射される光の波長を短くする必要がある。波長に関しては、光ディスクの初期製品であるコンパクトディスクでは780ないし830nmであり、現在は赤色域に属する685ないし635nmのものが実用化されている。なお、現在では、青紫色ないし青色の波長域のレーザビームを出射可能な半導体レーザ素子も数多く提案されている。

【0006】一方、記録密度を高めるには、対物レンズの開口数 $NA$ を大きくする必要があり、International Symposium on Optical Memory and Optical Data Storage, 345-347, (OFA2-1) 1996 に開示されているように、2つのレンズを用いて対物レンズを構成し、高い開口数を得る方法などが提案されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した開口数 $NA$ を大きくする方法においては、ディスクの保護層である透明層の厚みの最適値が定義されておら

ず、量産向けのディスクに広く用いられる材質であるポリカーボネイトやアクリル等に代表される樹脂材料を射出成形によりディスクに加工する場合、透明層の厚みには、一定の製造誤差が含まれる問題がある。

【0008】この厚み誤差は、集光スポットに球面収差を与えることから、再生および記録特性を劣化させる。なお、球面収差は、透明層の厚みに比例するとともに開口数NAの4乗に比例して増大するので、大きな開口数NAの対物レンズを用いる光ディスク装置においては、透明層の僅かな厚みの変動で、再生および記録特性が大きく変動する問題がある。

【0009】この発明の目的は、上述した問題点を解決するものであり、対物レンズの開口数NAを大きくしてスポットサイズを小さくすることで記録密度を高める方式において、記録材料を保護する透明層の厚みの誤差の影響を受けない対物レンズの開口数、透明層の厚みおよび屈折率との関係を容易に設定可能な光ディスクの製造条件、および情報記録再生装置のための光ヘッド装置の要件を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は、上述した問題点に基づきなされたもので、基板の一方の面に記録材料が設けられ、この記録材料に、レンズ装置を介して供給される可干渉性の光を照射することにより、情報の再生および記録が可能な記録媒体において、前記記録材料を保護する透明な保護層の上記光が入射する側の面と前記記録材料との間の距離をd、前記レンズ装置の開口数をNAとしたとき、 $NA^4 \times d \leq 0.0744$  を満たすことを特徴とする記録媒体を提供するものである。

【0011】また、この発明は、基板の一方の面に記録材料が設けられ、この記録材料に、レンズ装置を介して供給される可干渉性の光を照射することにより、情報の再生および記録が可能な記録媒体において、前記記録材料を保護する透明な保護層の上記光が入射する側の面と前記記録材料との間の距離dと前記保護層に利用される材料の屈折率nは、前記レンズ装置の開口数をNAとしたとき、 $(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times d \leq 3.52 \times 10^{-3}$  を満たすことを特徴とする記録媒体を提供するものである。

【0012】さらに、この発明は、基板の一方の面に記録材料が設けられ、この記録材料に、レンズ装置を介して供給される可干渉性の光を照射することにより、情報の再生および記録が可能な記録媒体において、前記レンズ装置の開口数をNAは、前記記録材料を保護する透明な保護層の上記光が入射する側の面と前記記録材料との間の距離をd、前記保護層に利用される材料の屈折率をnとしたとき、 $(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times d \leq 3.52 \times 10^{-3}$  を満たすことを特徴とする記録媒体を提供するものである。

【0013】またさらに、この発明は、光ビームが照射されることにより状態が変化され、前記光ビームの光強度の差に応じて選択的に情報が記録される記録材料と、この記録材料を支持する支持体に対し記録材料を覆うように設けられた透明な保護層と、を有する記録媒体に光ビームを照射する光ヘッド装置において、光ヘッド装置の対物レンズの開口数NAは、前記記録媒体の保護層の上記光が入射する側の面と前記記録材料との間の距離dに対して、 $NA^4 \times d \leq 0.0744$  を満足するよう設定されていることを特徴とする光ヘッド装置を提供するものである。

【0014】さらにまた、この発明は、光ビームが照射されることにより状態が変化され、前記光ビームの光強度の差に応じて選択的に情報が記録される記録材料と、この記録材料を支持する支持体に対し記録材料を覆うように設けられた透明な保護層と、を有する記録媒体に光ビームを照射する光ヘッド装置において、光ヘッド装置の対物レンズの開口数NAは、前記記録材料を保護する透明な保護層の上記光が入射する側の面と前記記録材料との間の距離をd、前記保護層に利用される材料の屈折率をnとしたとき、 $(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times d \leq 3.52 \times 10^{-3}$  を満足するよう設定されていることを特徴とする光ヘッド装置を提供するものである。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、この発明の実施の形態が適用される光ディスク装置の概略を示すもので、光ディスク装置1は、記録媒体である光ディスクDの記録面に、可干渉性の光、例えばレーザビームを照射して情報を書き込みまたは光ディスクDから既に記録されている情報を読みとる光ヘッド装置3と、光ヘッド装置3により光ディスクDから読みとった情報に対応する信号、光ヘッド装置3の位置や光ヘッド装置3の対物レンズと光ディスクDとの位置関係を制御するための制御信号および光ディスクDに情報を書き込むために記録すべき情報を記録信号に変換する信号処理部5と、光ディスクDを所定速度で回転するディスクモータ7と、光ヘッド装置3の位置や光ヘッド装置3の対物レンズと光ディスクDとの位置関係およびディスクモータ7の回転数等を制御する制御部9と、からなる。

【0016】光ヘッド装置3は、制御部9の制御により、光ディスクDに照射するレーザビームの照射位置すなわち後段に詳述する対物レンズの位置が制御されながら信号処理部5との間で所定の信号をやり取りすることで、光ディスクDに情報を記録し、または光ディスクDから情報を取り出す。

【0017】信号処理部5は、光ヘッド装置3、制御部9および、例えばホストコンピュータに代表される外部装置99と電気的に接続され、外部装置99からの命令

信号に基づいて、光ディスクDに記録されている情報の取り出しまたは光ディスクDへの情報の書き込み記録のために光ヘッド装置3から光ディスクDに照射されるレーザビームおよび光ディスクDで反射されたレーザビームを、光ヘッド装置3の後段に詳述する光検出器（フォトディテクタ）に案内可能に光ヘッド装置3の位置を制御するための位置制御を出力し、ディスクモータ7によって回転される光ディスクDの回転速度を制御部9が制御可能に指示信号を制御部9に伝送する。また、信号処理部5は、光ヘッド装置3により光ディスクDから得た情報信号に基づいて、レーザビームの照射位置およびディスクモータ7による光ディスクDの回転制御をさらに行うように制御部9に指示信号を出すとともに、光ディスクDからの情報信号に、例えば復号等の所定の信号処理を施した後に外部装置99へ伝送する。

【0018】制御部9は、光ヘッド装置3、信号処理部5およびディスクモータ7のそれぞれと電氣的に接続され、信号処理部5からの指示信号に基づいて、光ヘッド装置3およびディスクモータ7に制御信号を伝送するとともに、光ヘッド装置3から光ディスクDに照射されるレーザビームの照射位置およびディスクモータ7による光ディスクDの回転速度を制御する。

【0019】ディスクモータ7は、制御部9に電氣的に接続され、制御部9からの制御信号に基づいて、光ディスクDを所定の回転速度で回転させる。上述した光ディスク装置1においては、信号処理部5が外部装置99からの光ディスクDに対する情報の再生または記録に関する命令信号を受ける。この命令信号に基づいて、信号処理部5は、光ヘッド装置3との間で電気信号をやりとりし、さらに制御部9に制御信号を伝送する。この伝送された制御信号をもとに、制御部9は、光ヘッド装置3の位置を制御して光ディスクDの所定の位置にレーザビームの照射させるとともに、ディスクモータ7を所定の速度で回転させる。

【0020】光ヘッド装置3は、上述した所定の位置において、信号処理部5との間でやりとりされる制御信号に基づいて、光ディスクDにレーザビームを照射し、情報の記録においては、光ディスクDの所定の位置に、記録情報であるピット列を形成する。一方、情報の再生（読み出し）においては、光ディスクDで反射されたレーザビームを受光して、受光したレーザビームの光強度に対応する電気信号を、信号処理部5に出力する。

【0021】信号処理部5は、光ヘッド装置3を経由して光ディスクDから得られた情報および光ディスクDで反射されたレーザビームに対応する出力信号から、光ディスクDに記録されていた情報およびレーザビームの照射位置に関する情報を受け取り、光ヘッド装置3の位置および対物レンズの位置、光ディスクDの回転速度等を最適に設定するために、制御部9に、所定の制御信号を送るとともに、光ディスクDに記録されていた情報に対

応した電気信号に復号などの処理を施して、処理済みの電気信号は、外部装置99へ出力する。

【0022】光ディスクDに記録されていた情報に対応した電気信号を信号処理部5から受けた外部装置99は、この出力信号に基づいて、光ディスク装置1に必要な指示を促して動作させるように、信号処理部5へ指示信号を再び伝送する。

【0023】以上のような一連の動作の繰り返しによって、光ディスク装置1は光ディスクDに情報を記録し、もしくは光ディスクDから情報を再生する。次に、図2および図3を参照しながら光ヘッド装置3の構造を説明する。

【0024】光ヘッド装置3は、ベース31上に固定され、図4を用いて後段に詳述するような構成が与えられたレーザ光発光受光ユニット（以下固定光学系と示す）31aと、図2を用いて以下に示すアクチュエータ31bとを有している。

【0025】アクチュエータ31bは、ベース31と平行に配列された一対のガイドレール32に沿って移動可能に形成されたスライダベース33とスライダベース33上の所定の位置に設けられ、固定光学系31aからのレーザビームを光ディスクDの記録面に向けて反射する立ち上げミラー35、立ち上げミラー35により反射されたレーザビームを光ディスクDの記録面の所定位置および深度に収束させる対物レンズ36および対物レンズ36を光ディスクDの記録面と平行かつ記録面に形成されている案内溝（またはピット列）を横切る方向に移動可能に保持するレンズホルダ37を有している。なお、対物レンズ36の開口数NAは、図7を用いて後段に説明する光ディスクDの保護層（図6に示す光ディスクの記録層と対物レンズとの間に設けられる透明基板）の厚みすなわちレーザビームが入射する側の面と記録層との間の距離dに基づいて、所定の開口数に設定されている。また、スライダベース33は、図3に示すように、コイル34と図示しないヨークから提供される推進力により、ガイドレール32に沿って、光ディスクDの径方向に移動可能に構成されている。

【0026】固定光学系31aは、図4に示すように、例えばアルミニウム（A1）により形成されたハウジング10を有している。ハウジング10の一端には、所定波長、例えば概ね650nmのレーザビームLを発生するレーザ素子（半導体レーザ）11が固定されている。

【0027】半導体レーザ11から出射されたレーザビームLが進行する方向には、発散性のレーザビームLをコリメートするコリメータレンズ12が配置されている。コリメータレンズ12によりコリメートされたレーザビームLが案内される方向には、レーザビームLに固有のアスペクト比に関連して楕円で出射されたレーザビームLの断面ビーム形状を楕円から円形に補正する楕円補正プリズム13aと一体に形成され、断面形状が概ね

円形に補正されたレーザビームLをアクチュエータ31bすなわち光ディスクDに向けて通過させるとともに光ディスクDの図示しない記録面で反射された反射レーザビームL'を光ディスクDに向かうレーザビームLと分離する第1のビームスプリッタ13およびビームスプリッタ13を通過されてアクチュエータ31bに向けられたレーザビームLの偏光面の方向を直線偏光から円偏光に変換するとともに光ディスクDで反射された反射レーザビームL'の偏光面の方向を円偏光からアクチュエータ31bに向けられたレーザビームLの偏光面の方向に対して偏光の方向が90°回転された直線偏光に変換するλ/4板(リターダ)14が、順に配置されている。なお、ビームスプリッタ13は、周知の偏光ビームスプリッタである。

【0028】ビームスプリッタ13により光ディスクDに向かうレーザビームLから分離された反射レーザビームL'が案内される方向には、反射レーザビームL'を、さらに2つの反射レーザビームL'aおよびL'bに分割するハーフミラータイプの第2のビームスプリッタ15が配置されている。

【0029】ビームスプリッタ15により2つに分割されたうちの一方の反射レーザビームL'aが導かれる方向には、反射レーザビームL'aに所定の結像特性と収束性を与える収束レンズ16が配置されている。

【0030】収束レンズ16により収束性と所定の結像特性が与えられた反射レーザビームL'aが進行する方向には、収束レンズ16により反射レーザビームL'aに与えられた収束性による収差を改善する凹レンズ17、凹レンズ17を通過された反射レーザビームL'aに、後段に説明するフォーカスずれ検出のための所定の結像特性を与えるシリンドリカルレンズ18、シリンドリカルレンズ18により所定の結像特性が与えられた反射レーザビームL'aを受光して、その反射レーザビームL'aの光強度に対応する出力信号を出力する第1のフォトディテクタ19が、順に配置されている。

【0031】ビームスプリッタ15により2つに分割された反射レーザビームL'bが導かれる方向には、光ディスクDで反射された反射レーザビームL'bを所定の方向に導くミラー(直角プリズム)20が配置されている。

【0032】ミラー20により折り曲げられた反射レーザビームL'bが進行する方向には、反射レーザビームL'bに、所定の収束性を与える収束レンズ21が配置されている。

【0033】収束レンズ21により所定の収束性が与えられた反射レーザビームL'bが導かれる方向には、後段に説明するトラックずれの検出およびオフセット量の検出に利用されるフォトディテクタ22が、配置されている。

【0034】図5は、図2に示したアクチュエータ31

bをより詳細に説明するもので、対物レンズ36を保持するレンズホルダ37は、軸受部37aを概ね中央に有し、軸受部37aを中心とした所定の半径の同心円の円周上に対物レンズ36を保持するレンズ保持面37bとレンズ保持面37bに対して直交する方向に、一部を切り欠いた円筒状に形成されている。なお、軸受部37aは、キャリッジ33の所定の位置に固定されたレンズホルダベース38の概ね中央から延出されている軸39に軸受部37aが係合されることで、軸39の回りを、回動自在に形成されている。また、レンズホルダ37の円筒状部すなわち円筒面37cには、円筒面37cの外周を、軸受部37aを通る軸線に沿って概ね4等分するよう規定される位置に、2組のコイル40、40および41、41が設けられている。

【0035】レンズホルダベース38にはまた、軸39を中心軸としてレンズホルダ37の円筒面37cに比較して半径が増大された任意の半径で同心円の円周上に対応する位置で、円筒の一部を切り欠いた形状のヨーク42が形成されている。なお、ヨーク42の内壁の所定の位置には、レンズホルダ37の円筒面37cに向けて所定方向の磁界を提供する2組の磁石43、43および44、44が設けられている。また、磁石43、43は、対物レンズ36の光軸と直交する面で2分割される形でN極とS極の着磁がなされていて、磁石44、44は、対物レンズ36の光軸と平行な面で2分割される形でN極とS極に着磁されている。

【0036】なお、対物レンズ36は、レンズホルダ37の回動および軸方向への往復動により、光ディスクDの記録面と平行な方向であって光ディスクDの記録面に予め形成されている図示しない案内溝と直交するトラッキング方向および光ディスクDの記録面と直交するフォーカス方向のそれぞれに移動可能に保持されている。

【0037】また、対物レンズ36は、半導体レーザ11が放射するレーザビームLの波長650nmに対して0.6より高い開口率となる有効径が与えられており、焦点距離F<sub>o</sub>は、F<sub>o</sub>=3.3mm、有効径は、約4mmである。なお、使用可能なレーザビームLの波長は、例えば、635ないし685nmである。

【0038】ところで、図1ないし図5に示した光ディスク装置1に利用可能な光ディスクDとしては、図6(a)または図6(b)を用いて以下に説明するように、所定の厚さd(概ねd=1.2mm)の透明基板101の一方の面にピット列または案内溝102を形成し、ピット列(案内溝)102上に記録層103を所定厚さ形成し、記録層103を所定の厚さの樹脂層104で覆って、ディスク全体の厚さtを、概ね1.2mmとした構成(図6(a))、あるいは所定の厚みd、例えばd=0.58mm程度であって、0.6mm未満の透明基板111の一方の面に案内溝112を形成し、案内溝112上に記録層113を所定の厚さ形成した片面記

録媒体114に所定の厚さの接着層115を設け、接着層115に、同様に透明基板111、案内溝112および記録層113からなる片面記録媒体114を貼り合わせて、ディスク全体の厚さ $t$ を、概ね1.2mmとした構成(図6(b))等が、既に提案されている。なお、透明基板101および111は、それぞれ、樹脂層104および接着層115に形成されている記録層103および113の保護層としても機能する。

【0039】それぞれの光ディスクDにおける透明基板101あるいは111のそれぞれの厚み $d$ は、光ヘッド装置3のアクチュエータ31bの対物レンズ36の開口率NAと密接に関連しており、開口率NAが高い場合には、透明基板101あるいは111の厚み $d$ が、製造時に、基準となる厚み $d$ から変動することにより、透明基板101または111を透過して記録層103および113に収束されるレーザービームのビーム径に対して、球面収差を生じさせる問題がある。また、多くの場合、透明基板101および111には、例えばPMMA(アクリル)あるいはPC(ポリカーボネイト)等に代表される樹脂材料が用いられることから、材質による屈折率 $n$ の違いは、任意の値に設定される対物レンズ36の開口率NAに対して、記録層103および113に収束されるレーザービームのビーム径を、変動させる問題がある。

【0040】なお、上述した条件において、光ディスクDに形成される記録マークの大きさは、マーク幅(案内溝の接線方向と直交する方向)で0.4ないし0.44 $\mu\text{m}$ 、マーク長(案内溝に沿う方向)で0.63 $\mu\text{m}$ ないし2.31 $\mu\text{m}$ で、マークの深さは概ね0.7 $\mu\text{m}$ 、案内溝の接線方向のマークの間隔は概ね0.74 $\mu\text{m}$ である。

【0041】ところで、透明基板101および111の厚みの誤差 $\Delta d$ 、屈折率 $n$ 、および対物レンズ36の開口数NAとの間には、文献、例えば「光ディスク技術」(尾上他、1989年ラジオ技術社)の62ページ他にも記載されているように、

$$(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times \Delta d$$

ただし、 $n$  ; 透明基板の屈折率

NA ; 対物レンズの開口数

$\Delta d$  ; 透明基板(保護層)の厚み誤差

・・・(1)

の関係があり、すなわち、ディスクDに固有の球面収差係数とみなすことができる。

【0042】記録密度を高める手法の1つとして、対物レンズの開口率NAを高めることで記録密度を増大させることが認められるが、(1)式に示されるように、光ディスクDの記録層に収束されるレーザービームのビーム径に透明基板が及ぼす球面収差の影響は、対物レンズの開口率NAの4乗に比例して増大する。

【0043】すなわち、記録密度を引き上げるために、

対物レンズ36の開口率NAを高めた場合に、透明基板101および111の厚み $d$ の管理幅に、高い精度を要求することになる。なお、厚み $d$ に求められる要件としては、透明基板101、111の厚み $d$ が基準となる厚み $d$ 。からずれた場合に、透明基板101、111を透過して記録層103、113に収束されるレーザービームのビーム品位に悪影響を与える(特に、球面収差の増大を引き起こす)ことから、透明基板101、111の厚み $d$ は、対物レンズ36の開口数NAの関数として上限値が設定されなければならない。

【0044】ところで、これまでの多くの製品実績のある光ディスク装置においては、対物レンズの開口数NAは、およそ0.5以下であり、また屈折率 $n$ は、例えばポリカーボネイト樹脂において、 $n=1.5740$ である。

【0045】また、これまで音楽用のコンパクトディスク(CD)等の光ディスクDに適用されているディスクについては、透明基板(保護層)の厚さ $d$ は、1.2mmであり、このときの厚みの公差(変動の許容範囲)は、約0.05mmである。これを基に、単純に計算すると、ディスク全体の厚さ1mm当たりに許される厚みの誤差は、

$$0.05 \times 1.0 / 1.2 = 0.042 \text{ mm}$$

となる。

【0046】以上の要件から、対物レンズ36の開口数NAを高めて、記録密度を増大する場合に、ディスク装置1に対して必要以上に特別な対策を用いることなく、従来と同等かそれ以上の性能を確保することのできる光ディスクDの透明基板(保護層)101および111(図6参照)の厚み $d$ と対物レンズの開口数NAとの関係を考えてみる。

【0047】このことは、製造コストおよび製造難度を増加させない、および信頼性を低下させない、という観点からきわめて重要である。ここで、透明基板101および111の材質として、上述したコンパクトディスク(CD)と同一のものをを用いると仮定すると、屈折率 $n$ が等しく対物レンズ36の開口数NAは、0.5であるから、上記(1)式により、

$$NA^4 \times 0.042 d \leq 0.5^4 \times 0.05 \quad \dots (2)$$

となる。

【0048】(2)式より、

$$NA^4 \times d \leq 0.0744 \quad \dots (3)$$

という関係が導き出される。

【0049】(3)式について、開口数NAと透明基板(保護層)の厚み $d$ のとりうる範囲を、図7に示し、今後利用されることが見込まれる対物レンズ36の開口数NAと透明基板の厚み $d$ との組み合わせを以下に示す。

【0050】すなわち、記録密度を増大するために、対物レンズ36の開口数NAを高める場合、図7から光デ

ディスクDの透明基板の厚みdは、対物レンズ36の開口数NAが、例えば

NA = 0.95において、0.091mm以下、

NA = 0.90において、0.113mm以下、

NA = 0.85において、0.143mm以下、

NA = 0.80において、0.182mm以下、

NA = 0.75において、0.235mm以下、

NA = 0.70において、0.310mm以下、

NA = 0.65において、0.410mm以下、

の範囲内に設定することで、記録層103および113

(図6参照)のそれぞれにレーザビームを収束させる際に、収束されたレーザビームのビーム径に対する透明基板の厚みdの影響による球面収差の発生、およびその程度を低減することが可能となる。なお、図7から明らかに、開口数NAを高めることにより記録密度を増

$$(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times d \leq 3.52 \times 10^{-3}$$

という関係が成り立つ。

【0054】ここで、あらためて球面収差に対する対応について説明する。透明基板(保護層)の厚みdの誤差に起因して球面収差が発生する場合、上述した開口数と厚みdとの関係が必ずしも満足されないとしても、例えば発生している球面収差の量に応じて、対物レンズに入射されるレーザビームを平行ビームから収束光または発散光状態とすることで、影響を軽減できる。しかしながら、この場合、球面収差の量を正確に検出する機構および平行ビームを所定量だけ収束光あるいは発散光状態にする機構が要求され、光ヘッド装置3の構成がきわめて複雑になる点で、部品コストおよび製造の困難さを増大するとともに、信頼性を低下する問題がある。特に、コストの点で、実用には適さない。

【0055】また、球面収差の発生量を低く抑えるために、透明基板(保護層)の厚みdの誤差を小さくすることも有効ではあるが、この場合、製造時の行程管理を厳しくすることなどによる製造コストの増加が伴ったり、誤差の小さなもののみを製品として選別することによる歩留まりの低下、といった問題が生じる。

【0056】次に、図2ないし図5を用いて説明した光ヘッド装置3におけるレーザビームの流れについて説明する。半導体レーザ11から出射されたレーザビームLは、コリメータレンズ12により平行光束に変換され、楕円補正プリズム13aにより断面形状が概ね円形に補正されて、偏光ビームスプリッタ13を透過する。

【0057】ビームスプリッタ13を透過したレーザビームLは、1/4波長板14を通過することにより偏光の方向が直線偏光から円偏光に変換されて、アクチュエータ31bの立ち上げミラー35に向けて出射される。

【0058】立ち上げミラー35に案内されたレーザビームLは、立ち上げミラー35で、光ディスクDの記録面と直交する方向に反射され、レンズホルダ37に保持

大する方法においては、透明基板の厚みdは、NAが大きくなるにつれて小さく(薄く)なる。

【0051】ところで、対物レンズ36の開口数NAを大きくする具体的な方法としては、上述した文献に開示された方法に加えて、例えば顕微鏡に用いられる対物レンズ(NA=0.9程度まで実用化されている)の設計手法を流用することで、容易に達成される。

【0052】一方、透明基板(保護層)の厚さを薄くする方法については、ある程度までであれば、今日用いられている射出成形が可能であり、さらに薄くする場合には、例えば透明性の高いポリカーボネイト樹脂のフィルムを(記録層に)貼り付ける等の方法がある。

【0053】また、透明基板に利用される材質に、屈折率nの異なる新規の材料を用いるとすれば、(1)より、

$$\dots (4)$$

されている対物レンズ36により所定の収束性および結像特性が与えられて、光ディスクDの記録面の所定の位置に照射され、記録面の所定の深さに収束される。

【0059】光ディスクDの記録面に案内され、記録面で反射された反射レーザビームL'は、対物レンズ36および立ち上げミラー35を順に戻され、1/4波長板14により再び円偏光から直線偏光に偏光状態が変換されてビームスプリッタ13に案内される。このとき、反射レーザビームL'の偏光方向は、半導体レーザ11から出射された当初のレーザビームLの偏光方向に対してちょうど90°異なる向きに回転されているから、反射レーザビームL'は、ビームスプリッタ13の偏光面により、今度は反射される。

【0060】ビームスプリッタ13により、半導体レーザ11から対物レンズ36に向かうレーザビームLと分離された反射レーザビームL'は、第2のビームスプリッタ15により、概ね等しい光強度を有する2つの反射レーザビームL'aとL'bとに、分割される。

【0061】ビームスプリッタ15を透過した反射レーザビームL'aは、収束レンズ16により所定の結像特性および収束性が与えられた後、凹レンズ17により収差特性が改善され、さらにシリンダカルレンズ18によりフォーカスずれ検出のための非点収差性が付与されて、第1のフォトディテクタ19の図示しない受光面に照射される。

【0062】フォトディテクタ19に照射された反射レーザビームL'aは、フォトディテクタ19により、光強度に対応した大きさの電気信号に変換され、フォーカスエラー信号および再生信号に利用される。なお、フォーカスエラー信号の検出は、この例では、周知の非点収差方式であるので詳細な説明は省略する。

【0063】フォトディテクタ19により生成されたフォーカスエラー信号をもとに、対物レンズ36で収束さ



れたスポットの焦点と光ディスクDの記録面の光軸方向のずれをなくすためのフォーカス制御すなわちフォーカシングが実施される。

【0064】このとき、フォーカスエラー信号に基づいてコイル40、40に所定の方向の電流が供給されることで、磁石43、43により提供されている磁界との電磁界相互作用による吸引または反発の結果、レンズホルダ37（対物レンズ36）が光ディスクDの記録面に近づく方向または離れる方向のいずれかに移動される。なお、フォーカスずれの検出方法としては、上述した非点収差法に限らず、ナイフエッジ法などのさまざまな方法が利用可能である。

【0065】ビームスプリッタ15で反射された残りの反射レーザビームL' bは、ミラー（直角プリズムの斜辺）20で所定の方向に反射され、収束レンズ21で所定の収束性が与えられて、トラックずれの検出の検出に利用されるフォトディテクタ22の図示しない受光面に案内される。

【0066】フォトディテクタ22の図示しない受光領域により光電変換された出力信号は、例えば周知のプッシュプル法（たとえば文献「光ディスク技術」（村山登ら著、1989年ラジオ技術社）等に詳細に説明されている）によりトラックずれ信号に利用される。以下、フォトディテクタ22により生成されたトラックずれ信号をもとに、対物レンズ36で収束されたスポットの焦点と光ディスクDの記録面の案内溝の中心との間のずれをなくすためのトラック制御すなわちトラッキングが実施される。

【0067】このとき、フォトディテクタ22の図示しない受光領域の出力を、所定の組み合わせで組み合わせ差信号を得たトラックずれ信号に基づいて、コイル41、41に所定の方向の電流が供給されることで、磁石44、44により提供されている磁界との電磁界相互作用による吸引または反発の結果、案内溝と直交する方向の光ディスクDの半径方向の中心寄りまたは外周寄りのいずれかに、レンズホルダ37（すなわち対物レンズ36）が、光ディスクDの記録面に沿って、移動される。なお、トラックずれ信号を得る方法としては、例えば主としてCD（コンパクトディスク）において広く利用されている3ビーム方式等も利用できる。

【0068】以上説明したように、図1ないし図5に示した光ディスク装置1によれば、図6に示したような厚みdを与えられた透明基板（保護層）101および111により生じる球面収差の影響を受けることなく、記録密度を高めることができる。また、対物レンズ36の開口数に合わせて保護層の材質を特定することにより、記録再生装置としての光ディスク装置1に特別な構成を追加することなく、記録密度を高めることができる。

【0069】なお、光ディスクおよび光ディスク装置としては、再生専用型でも記録再生型であってもよく、記

録再生型であればその方式は光磁気方式でも相変化方式であってもよい。また、ディスクの構造としては、案内溝が設けられているグルーブタイプでも、音楽用ディスクのようなピットタイプでもかまわない。

【0070】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、光ディスクの記録層と光ヘッド装置の対物レンズとの間に位置される透明な保護層（透明基板すなわち樹脂層）の厚みdを、対物レンズの開口数NAに対して、

$$NA^4 \times d \leq 0.0744$$

の範囲に設定することで今日利用されている光ディスク装置に特別な構成を付加することなく、記録密度を高めることができる。

【0071】また、この発明によれば、保護層（透明基板）の厚みをd、保護層の屈折率をn、対物レンズの開口数をNAとしたときに、

$$(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times d \leq 3.52 \times 10^{-3}$$

を満足するように、透明基板（保護層）の厚みdと屈折率nを設定することで、今日利用されている光ディスク装置に特別な構成を付加することなく、記録密度を高めることができる。

【0072】さらに、この発明によれば、透明基板の厚みをd、同屈折率をn、対物レンズの開口数をNAとしたときに、 $(n^2 - 1) / 8n^3 \times NA^4 \times d \leq 3.52 \times 10^{-3}$ を満足するように、対物レンズの開口数NAを設定することで、今日利用されている光ディスク装置を大幅に変更することなく記録密度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態が適用可能な光ディスク装置の一例を示す概略図。

【図2】図1に示した光ディスク装置に適用可能な光ヘッド装置の一例を示す概略図。

【図3】図2に示した光ヘッド装置のアクチュエータの一例を示す概略図。

【図4】図2に示した光ヘッド装置の固定光学系の一例を示す概略図。

【図5】図3に示したアクチュエータのレンズホルダとその近傍を説明する概略図。

【図6】図1ないし図5に示した光ディスク装置に適用可能で、記録密度を高めることのできる記録媒体（光ディスク）の構成を示す概略図。

【図7】光ディスクの記録層に収束されるレーザビームのビーム径に影響を与える球面収差の程度が少ない対物レンズの開口数NAと光ディスクDの保護層の厚みdとの関係を示すグラフ。

【符号の説明】

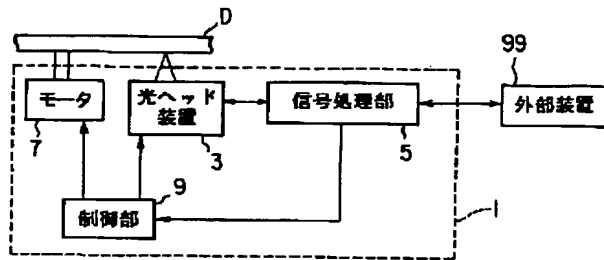
1 … 光ディスク装置、

3 … 光ヘッド装置、

15

- 36 …対物レンズ、  
 101 …透明基板（保護層）、  
 102 …記録マーク（案内溝）、  
 103 …記録層、  
 104 …樹脂層、  
 111 …透明基板（保護層）、

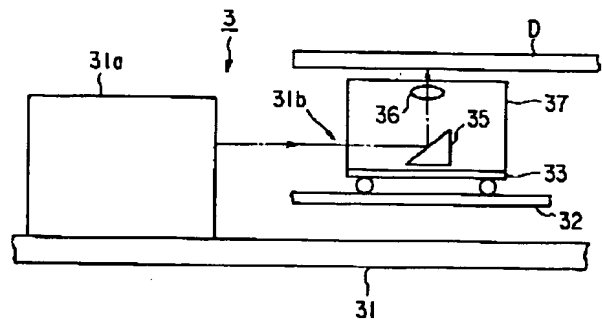
【図 1】



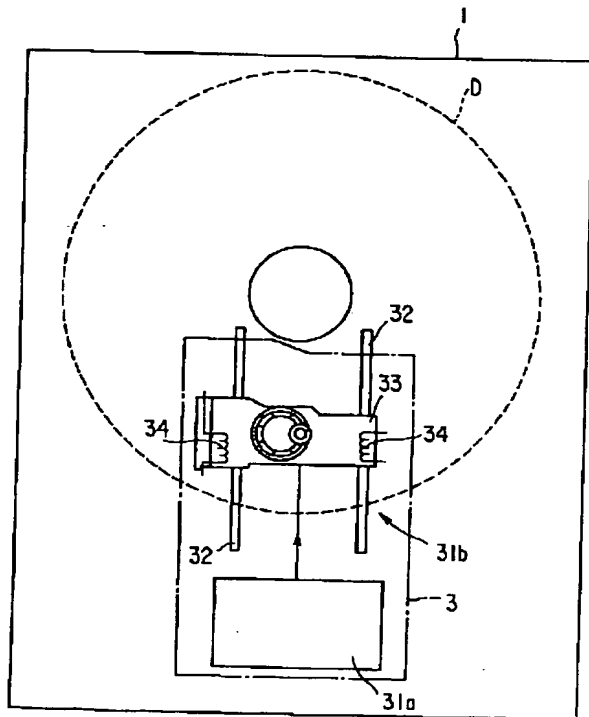
16

- 112 …記録マーク（案内溝）、  
 113 …記録層、  
 114 …片面記録ディスク、  
 115 …接着層、  
 D …光ディスク。

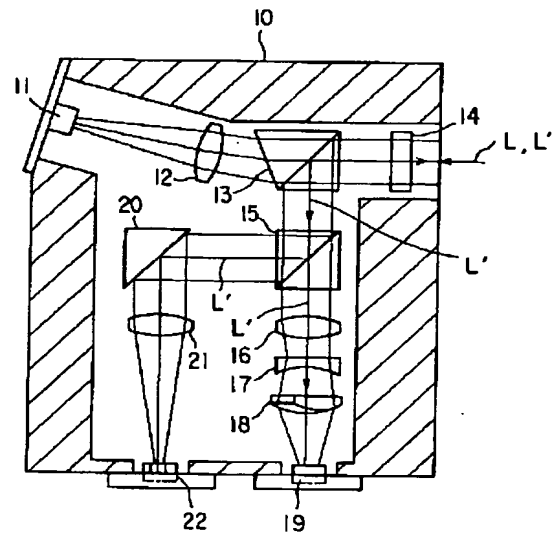
【図 2】



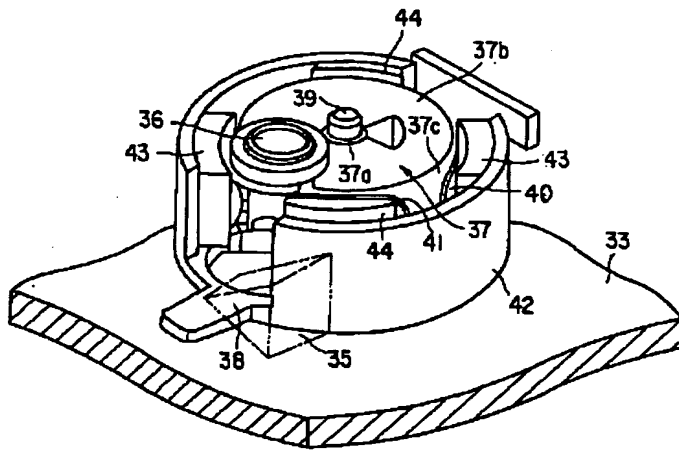
【図 3】



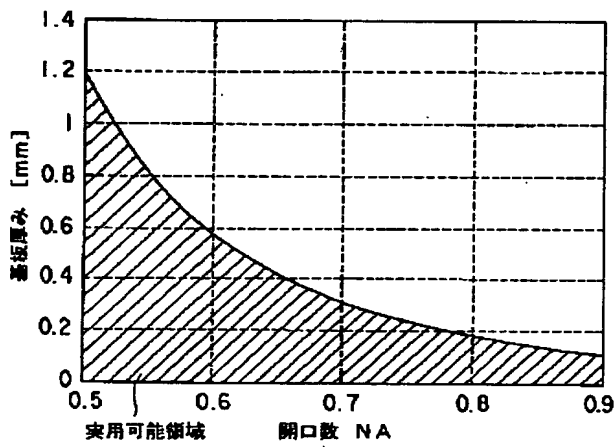
【図 4】



【図 5】



【図 7】



【図 6】

